

Direction Isolation et Revêtements

Division HygroThermique des Ouvrages

N° affaire : 13-098

Le 21 juillet 2014

Réf. DIR/HTO 2014-154-KZ/LS- N° SAP 70042372

**DETERMINATION DES COEFFICIENTS THERMIQUES (UP ET
PSI) DES BLOCS DE COFFRAGE ISOLANT ISOLASUP
EVOLUTION POUR UN AVIS TECHNIQUE**

Demander de l'étude :

CHAUSSON MATERIAUX
Route Nationale 20
BP 35140
31151 FENOUILLET

Auteur *	Approbateur	Vérificateur(s)
K. ZIBOUCHE 	S. FARKH 	L. SARRAZIN 

* Tél. : 01.64.68.89.68

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce rapport d'étude comporte 40 pages dont 16 pages d'annexes.

CONTENU

I.	OBJECTIF DE L'ETUDE	3
II.	DESCRIPTION SUCCINCTE.....	4
	II.1 Bloc de coffrage isolant ISOLASUP Evolution	4
	II.2 Liaison Mur / Plancher bas sur vide-sanitaire	6
	II.3 Liaison Mur / Plancher bas sur terre-plein.....	7
	II.1 Liaison Mur / Plancher bas sur rez-de-chaussée.....	8
	II.2 Liaison Mur / Plancher intermédiaire.....	9
	II.3 Liaison Mur / Refend.....	9
	II.4 Liaison Mur / Charpente.....	10
	II.5 Liaison au niveau d'un angle rentrant ou sortant	11
	II.6 Liaison Mur / Menuiserie.....	12
	II.7 Liaison Mur / Plancher haut avec acrotère.....	12
III.	METHODOLOGIE.....	14
	III.1 Principe.....	14
	III.2 Règles de calcul	14
	III.3 Hypothèses.....	14
	III.3.1 Géométrie.....	14
	III.3.2 Conductivité thermique des matériaux.....	15
	III.3.3 Conditions aux limites.....	16
	III.4 Formules.....	17
IV.	RESULTATS	19
	IV.1 Coefficients de transmission surfacique Up du procédé ISOLASUP Evolution	19
	IV.2 Coefficients de ponts thermiques de liaison avec le procédé ISOLASUP Evolution...	20

I. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de cette étude est de calculer, pour le compte de la société CHAUSSON MATERIAUX, les coefficients de transmission surfacique U_p des blocs de coffrage isolant ISOLASUP Evolution ainsi que les ponts thermiques de liaison liés au procédé étudié.

L'étude présente les résultats suivants pour chaque variante étudiée :

- Coefficient de transmission thermique surfacique U_p globale des blocs ainsi que la résistance thermique R_p , compte tenu des déperditions surfaciques en partie courante, et des ponts thermiques intégrés du procédé.
- Coefficients ψ de la liaison mur / plancher bas sur vide-sanitaire,
- Coefficients ψ de la liaison mur / plancher bas sur terre-plein,
- Coefficients ψ de la liaison mur / plancher bas sur rez-de-chaussée,
- Coefficients ψ de la liaison mur / plancher intermédiaire,
- Coefficients ψ de la liaison mur / plancher haut avec acrotère,
- Coefficients ψ de la liaison mur / refend,
- Coefficients ψ de la liaison mur / charpente,
- Coefficients ψ de la liaison au niveau d'un angle rentrant ou sortant,
- Coefficients ψ de la liaison mur / menuiserie.

Cette étude ne traite que de l'aspect thermique du procédé et ne préjuge en rien de son aptitude à l'emploi.

II. DESCRIPTION SUCCINCTE

II.1 Bloc de coffrage isolant ISOLASUP Evolution

Le bloc coffrant isolant est constitué de 2 parois de PSE graphité Néopor® reliées par 4 entretoises polypropylène. Les blocs s'emboîtent par tenons et mortaises et forment un coffrage dans lequel est coulé un voile béton d'épaisseur 15 cm.

La finition extérieure est habituellement un enduit hydraulique type ITE d'épaisseur 13 à 15mm et la finition intérieure est réalisée par collage de plaques de plâtres de 13 mm d'épaisseur sur la paroi PSE.

Les rainures logeant les entretoises, sont obturées pour empêcher leur remplissage en béton. La paroi fine en PSE permettant de rendre les rainures étanches au béton est découpée lors de la mise en place de l'entretoise.

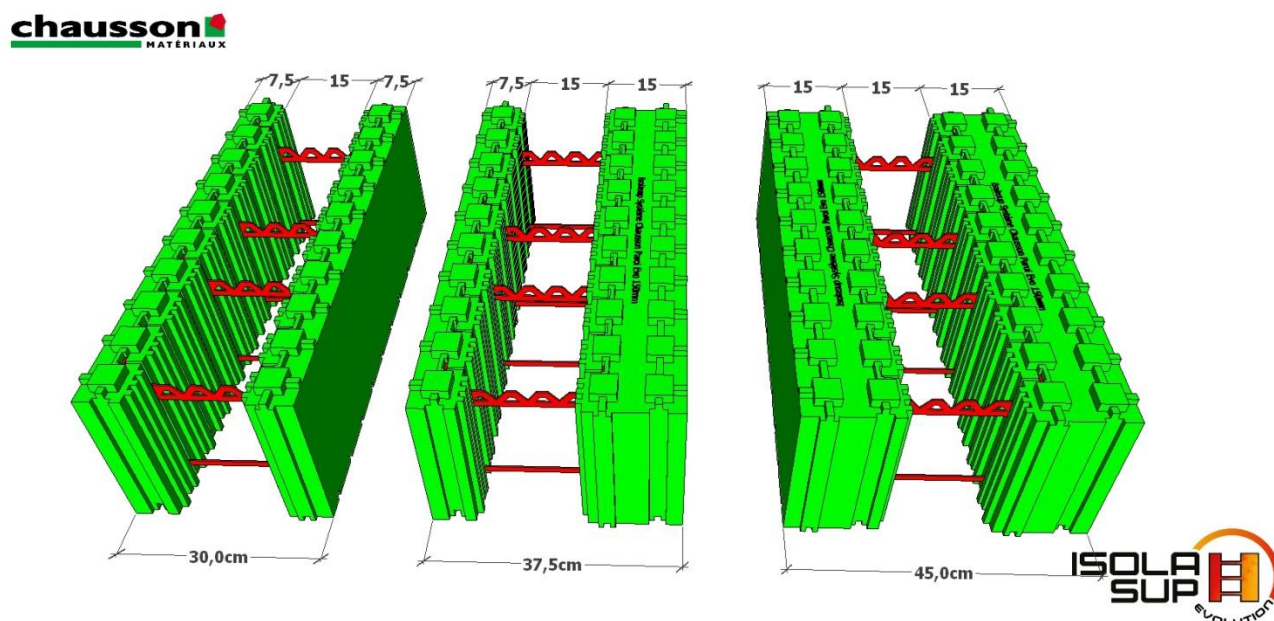


Figure 1 : Procédé ISOLASUP Evolution blocs de 300, 375 et 450 mm

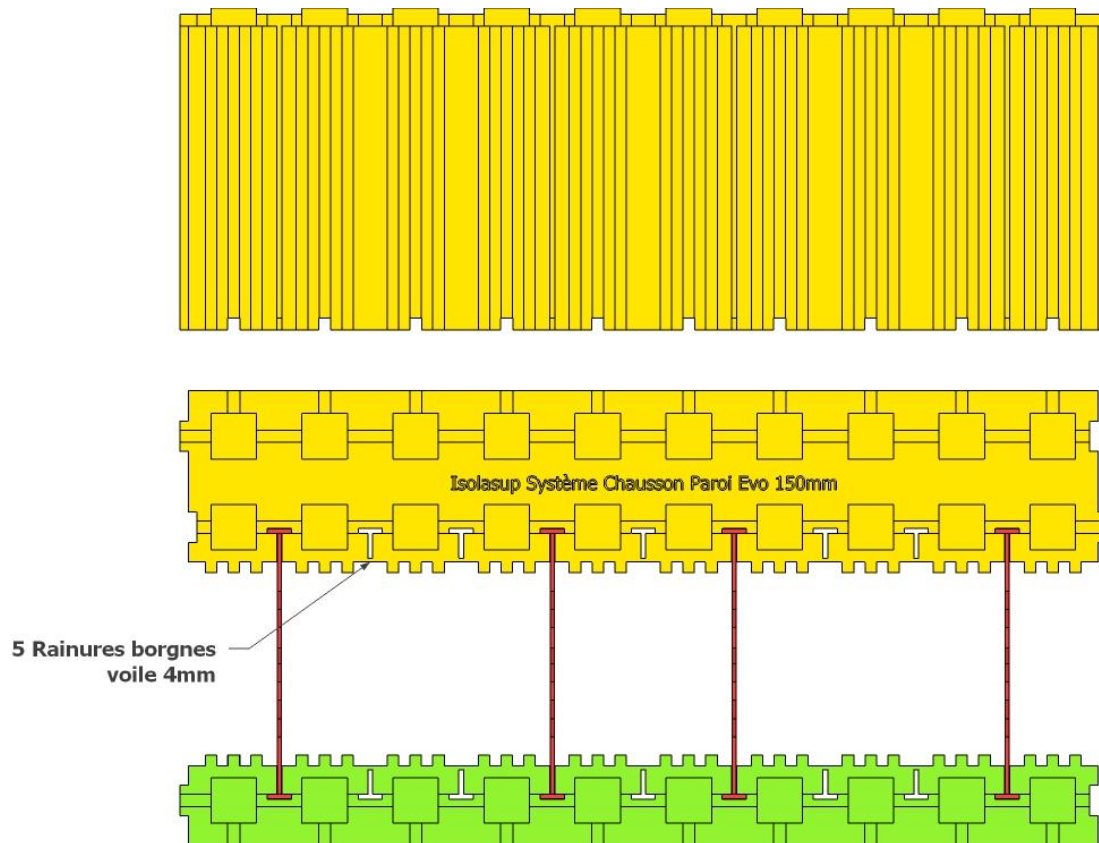


Figure 2 : Procédé ISOLASUP Evolution – Bloc 375mm vue de dessus et vue de face

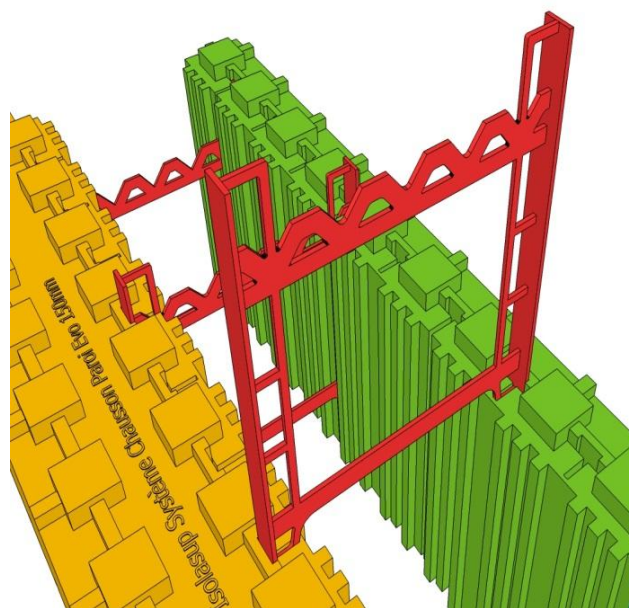


Figure 3 : Procédé ISOLASUP Evolution – Entretoise et son montage

Les épaisseurs étudiées pour le calcul des coefficients U_p et R_p de la paroi sont les suivantes :

- Bloc de 300 mm : 75 mm d'isolant côté intérieur+ 150 mm de béton + 75 mm d'isolant côté extérieur ;
- Bloc de 375 mm : 75 mm d'isolant côté intérieur+ 150 mm de béton + 150 mm d'isolant côté extérieur ;
- Bloc de 450 mm : 150 mm d'isolant côté intérieur+ 150 mm de béton + 150 mm d'isolant côté extérieur.

II.2 Liaison Mur / Plancher bas sur vide-sanitaire

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un plancher bas à entrevous isolant sur vide-sanitaire ou local non chauffé.

La conductivité thermique de l'entrevous isolant a été calculée afin d'obtenir un coefficient de transmission thermique U_p du plancher égal à $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. La hauteur totale de l'entrevous isolant est de 290 mm. L'entraxe des poutrelles est égal à 600 mm.

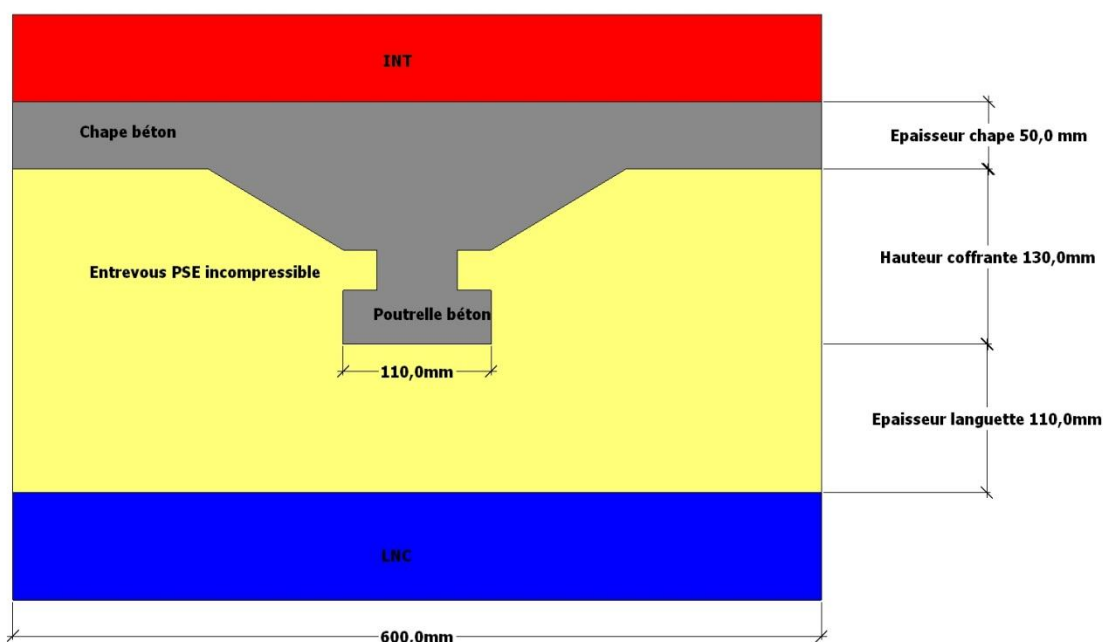


Figure 4 : Plancher bas avec entrevous isolant sur vide-sanitaire

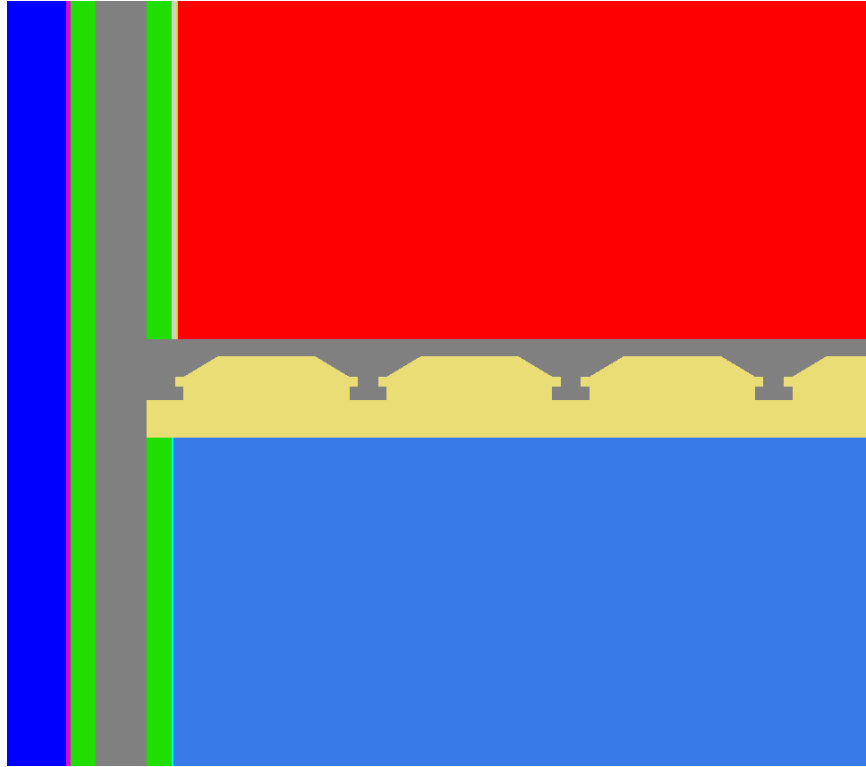


Figure 5 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher bas avec entrevous isolant sur vide-sanitaire
(appui longitudinal)

Les calculs seront effectués pour 5 variantes correspondant à deux cas possibles :

- Cas 1 : Mur inférieur et supérieur de même épaisseur d'isolation (blocs 300, 375 et 450 mm)
- Cas 2 : Mur inférieur avec bloc 300 mm et mur supérieur variant (blocs 375 et 450 mm)

II.3 Liaison Mur / Plancher bas sur terre-plein

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un plancher bas sur terre-plein isolé sous chape. L'isolation sous chape est réalisée à l'aide de 100 mm de polystyrène expansé incompressible de conductivité thermique égale à 0,036 W/(m.K).

L'épaisseur la dalle béton est de 120 mm.

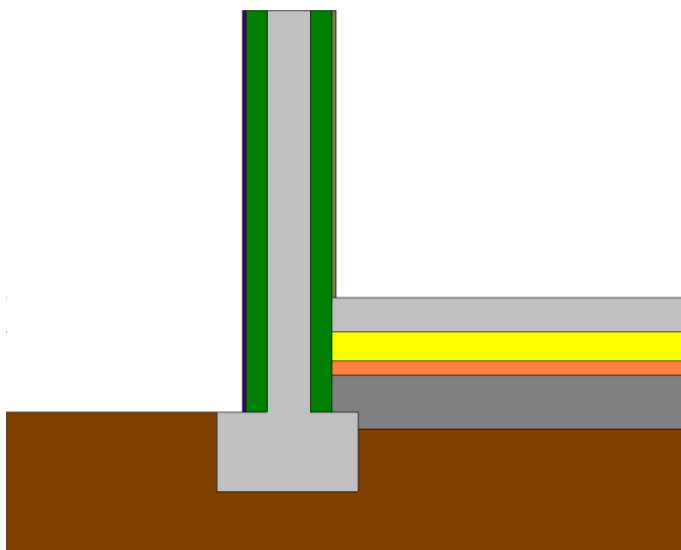


Figure 6 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher bas isolé sous chape sur terre-plein

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.1 Liaison Mur / Plancher bas sur rez-de-chaussée

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un plancher bas sur un rez-de-chaussée non chauffé.

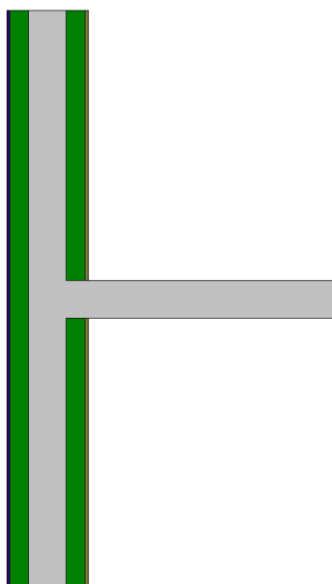


Figure 7 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher bas sur RDC

L'épaisseur du plancher bas est 180 mm.

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.2 Liaison Mur / Plancher intermédiaire

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un plancher intermédiaire en béton.

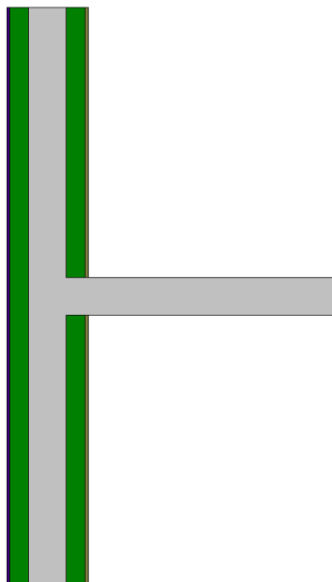


Figure 8 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher intermédiaire

L'épaisseur du plancher intermédiaire est de 150 mm.

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.3 Liaison Mur / Refend

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un refend.

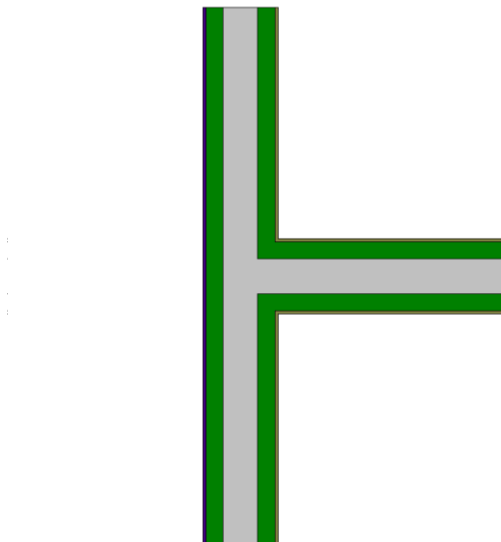


Figure 9 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Refend isolé

Le refend isolé correspond à un bloc ISOLASUP Evolution de 300 mm d'épaisseur. Un revêtement intérieur constitué d'une plaque de plâtre de 13 mm de chaque côté du refend isolé est mis en œuvre.

Les calculs seront effectués pour des murs en blocs 300 ,375 et 450 mm.

II.4 Liaison Mur / Charpente

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et un plancher haut léger (charpente bois).

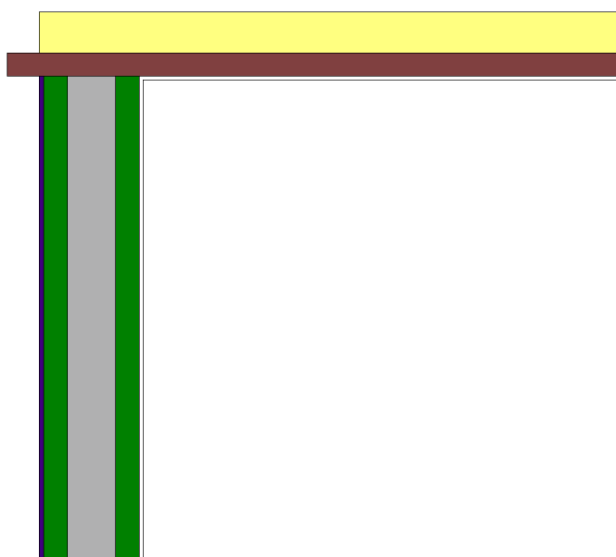


Figure 10 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher haut léger au niveau de la façade

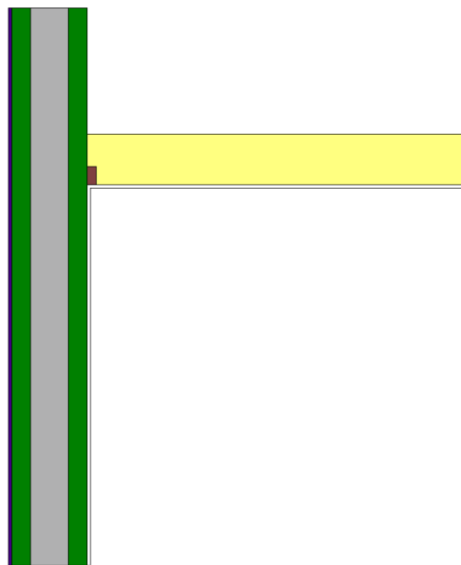


Figure 11 : Liaison Bloc ISOLASUP Evolution / Plancher haut léger au niveau du pignon

Les dimensions des fermettes sont les suivantes : 36 mm x 72 mm. Leur entraxe est de 0,6 m.

Le plancher haut est isolé à l'aide de 300 mm de laine de verre de conductivité thermique égale à 0,040 W/(m.K)). On suppose qu'au niveau de la façade, l'isolation du plancher haut est continue jusqu'au droit de la face extérieure du mur (cf. figure 10) .

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.5 Liaison au niveau d'un angle rentrant ou sortant

La liaison étudiée correspond à la jonction entre deux murs réalisés à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution.

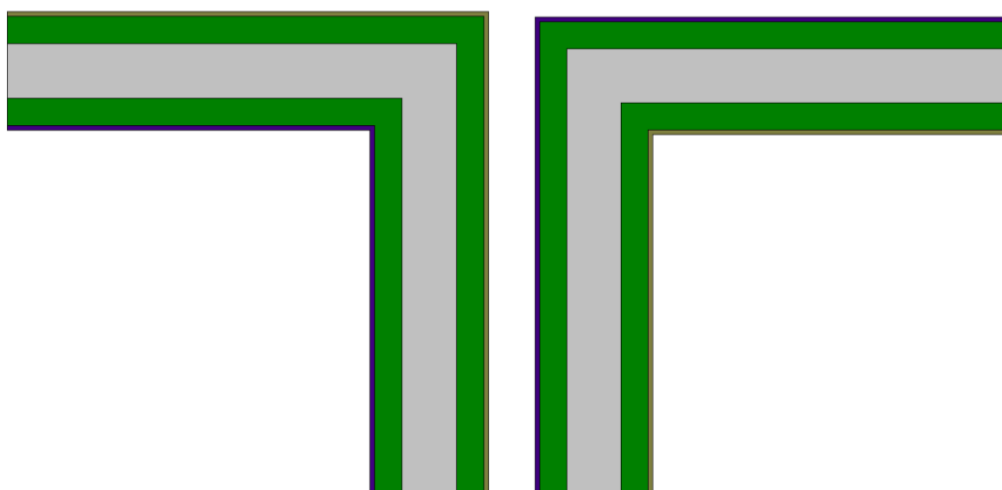


Figure 12 : Angle rentrant (à gauche) et angle sortant (à droite) avec procédé ISOLASUP Evolution

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.6 Liaison Mur / Menuiserie

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution et une menuiserie.

Trois types de liaisons ont été étudiés :

- Liaison Mur/Menuiserie au niveau de l'appui,
- Liaison Mur/Menuiserie au niveau du linteau,
- Liaison Mur/Menuiserie au niveau du tableau.

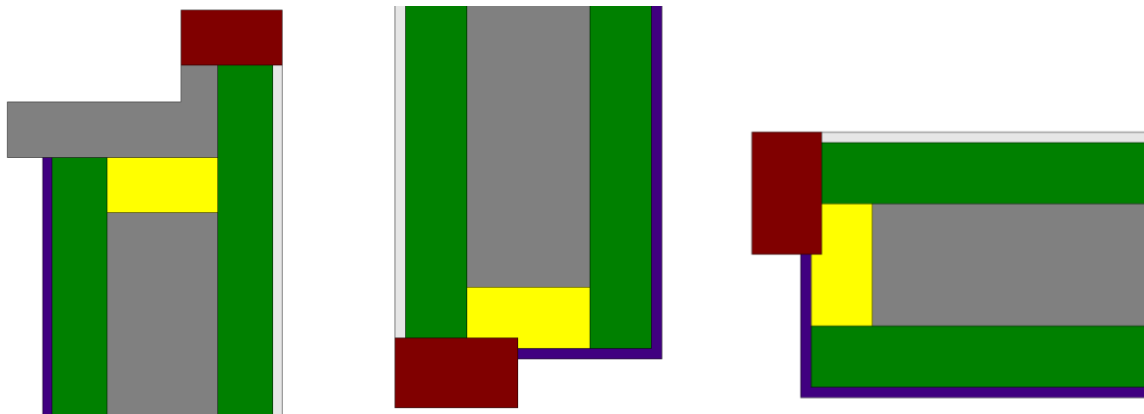


Figure 13 : Jonction entre blocs ISOLASUP Evolution et une menuiserie

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

II.7 Liaison Mur / Plancher haut avec acrotère

La liaison étudiée correspond à la jonction entre un mur réalisé à l'aide du procédé ISOLASUP Evolution, un acrotère réalisé avec le même procédé et un plancher haut en béton avec une isolation inversée en PSE de conductivité thermique égale 0.036 W/(m.K) et d'épaisseur égale à 100 mm.

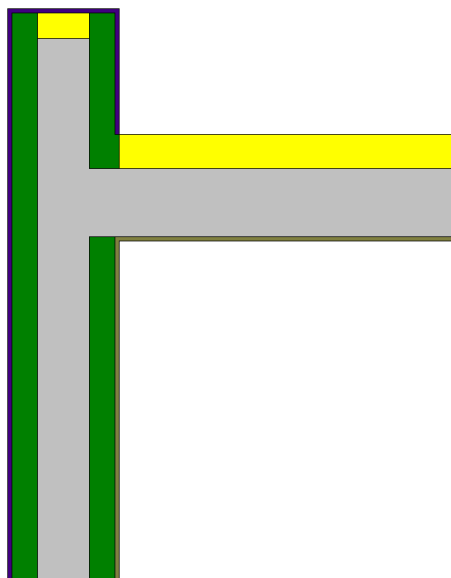


Figure 14 : Mur avec procédé ISOLASUP Evolution / Plancher haut avec acrotère

Les calculs seront effectués pour les 3 blocs (300 ,375 et 450 mm).

III. METHODOLOGIE

III.1 Principe

Le calcul est réalisé par modélisation numérique en tridimensionnel et consiste à évaluer les flux de chaleur transmise à travers le procédé de l'ambiance intérieure vers l'extérieur et déterminer ensuite les coefficients de transmission thermique U , ψ et χ . Les hypothèses de calcul sont fixées par les règles de calcul en vigueur.

III.2 Règles de calcul

Toutes les simulations ont été effectuées conformément aux règles Th-Bât édition 2012.

III.3 Hypothèses

III.3.1 Géométrie

De même que pour les coefficients de transmission thermique et de résistance thermique, les coefficients de déperditions linéiques ont été calculés en considérant un revêtement intérieur constitué d'une plaque de plâtre ainsi que de 13 mm d'enduit extérieur.

Aucune autre hypothèse significative n'a été adoptée en ce qui concerne la simplification de la géométrie des éléments.

III.3.2 Conductivité thermique des matériaux

Matériaux	Conductivités thermiques W/(m.K)	Sources
Plaque de plâtre à parement carton	0,25	Th-U Fascicule2/5
Béton	2	
Polypropylène	0,22	
Enduit extérieur	1,3	
Laine de verre (Combles)	0,040	
Polystyrène expansé incompressible (isolant sous chape)	0,036	
Polystyrène expansé (isolation inversée en toiture)	0,036	
Isolant (entrevous)	0,039	CSTB ⁽¹⁾
Polystyrène expansé graphité Néopor®	0,031	Société CHAUSSON MATERIAUX ⁽²⁾

⁽¹⁾ : Conductivité thermique calculée afin que le coefficient U_p du plancher bas, dont le dessin est défini dans la Figure 4, soit égal à 0,21 W/(m.K).

⁽²⁾ : Valeur à justifier par un certificat, dans le respect des règles Th-Bât, pour toute utilisation des résultats de cette étude

Tableau 1 : Conductivités thermiques des matériaux

III.3.3 Conditions aux limites

Conditions aux limites	Température d'ambiance (°C)	Coefficient d'échange superficiel (W/(m².K))
Ambiance intérieure avec flux horizontal	20	7,7
Ambiance intérieure avec flux vertical ascendant	20	10
Ambiance intérieure avec flux vertical descendant	20	5,9
Ambiance de local non chauffé avec flux vertical descendant	0	5,9
Ambiance de local non chauffé avec flux horizontal	0	7,7
Ambiances extérieures	0	25

Tableau 2 : Conditions aux limites

III.4 Formules

a- Le coefficient de transmission surfacique U_p de la paroi se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = \frac{\Phi}{\Delta T \times L \times H} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Où

Φ est le flux traversant la paroi entière incluant le bloc coffrant, le voile en béton, les entretoises en polypropylène et les revêtements surfaciques intérieur (plaque de plâtre) et extérieur (Enduit), obtenus par calcul numérique 3D et exprimés en W.

ΔT est la différence de température entre les deux ambiances chaude et froide, exprimée en K,

L est la largeur du bloc modélisé, en m,

H est la hauteur du bloc modélisé, en m.

b- La résistance thermique R_p de la paroi se calcule d'après la formule suivante :

$$R_p = \frac{\Delta T \times L \times H}{\Phi} - \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right) \quad \text{en m}^2\text{.K/W}$$

h_i et h_e les coefficients d'échanges superficiels, respectivement, intérieur et extérieur, en W/(m².K).

c- La résistance thermique R_{Bloc} du bloc se calcule d'après la formule suivante :

$$R_{Bloc} = R_p - R_{b\acute{e}ton} - R_{enduit} - R_{pl\grave{a}tre} \quad \text{en m}^2\text{.K/W}$$

Où :

R_p est la résistance thermique de la paroi, en m².K/W

$R_{b\acute{e}ton}$ est la résistance thermique du voile béton, en m².K/W

R_{enduit} est la résistance thermique de la couche d'enduit extérieure, en m².K/W

$R_{pl\grave{a}tre}$ est la résistance thermique de la plaque de plâtre intérieure, en m².K/W

d- Le coefficient de transmission linéique Ψ de la liaison entre deux parois se calcule d'après la formule suivante :

- Si les flux associés aux composants de parois du modèle peuvent être déterminés séparément :

$$\Psi = \frac{\varphi_{tot}}{\Delta T} - \sum_{i=1}^N U_i \cdot L_i \quad \text{en 2D}$$

Ψ est le coefficient de transmission linéique du pont thermique de liaison, exprimé en W/(m.K),

φ_T est le flux total traversant le modèle et obtenu par calcul numérique, exprimé en W/m,

ΔT est la différence de température entre les deux ambiances chaude et froide, exprimée en K,

U_i est le coefficient de transmission surfacique des composants i , exprimé en W/(m².K),

L_i est la longueur intérieure sur laquelle s'applique la valeur U_i dans le modèle géométrique 2D, exprimée en m,

N est le nombre de composants 1D,

- Si les flux associés aux composants de parois du modèle ne peuvent pas être déterminés séparément :

$$\Psi_0 = \frac{\Phi_T - \Phi_{spt}}{\Delta T \cdot P} \quad \text{en 3D} \quad \text{ou} \quad \Psi_0 = \frac{\varphi_T - \varphi_{spt}}{\Delta T} \quad \text{en 2D}$$

où

Ψ_0 est le coefficient de transmission linéique du pont thermique de liaison en partie courante exprimé en W/(m.K),

Φ_T est le flux total traversant le modèle 3D et obtenu par calcul numérique exprimé en W,

φ_T est le flux total traversant le modèle et obtenu par calcul numérique, exprimé en W/m,

Φ_{spt} est le flux traversant le modèle et obtenu par calcul numérique lorsque l'effet du pont thermique est annulé exprimé en W,

φ_{spt} est le flux traversant le modèle et obtenu par calcul numérique lorsque l'effet du pont thermique est annulé, exprimé en W/m,

ΔT est la différence de température entre les deux ambiances chaude et froide, exprimée en K,

P est la profondeur du modèle, exprimée en m.

IV. RESULTATS

Les résultats ci-dessous ont été obtenus à partir des hypothèses décrites au paragraphe III.3.

IV.1 Coefficients de transmission surfacique U_p du procédé ISOLASUP Evolution

Les coefficients de transmission surfacique U_p et les résistances thermiques R_p du procédé ISOLASUP Evolution sont présentés dans le tableau ci-dessous :

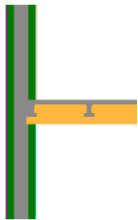
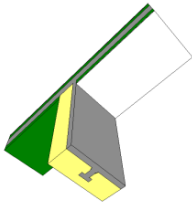
Epaisseur du bloc (mm)	Coefficient U_p ⁽¹⁾ en W/(m ² .K)	Résistance thermique de la paroi R_p ⁽¹⁾ en m ² .K/W	Résistance thermique du bloc R_{Bloc} ⁽²⁾ en m ² .K/W
300	0,23	4,26	4,12
375	0,15	6,68	6,54
450	0,11	9,10	8,96

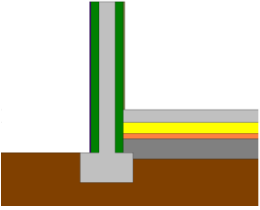
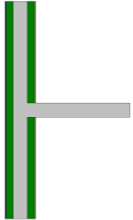
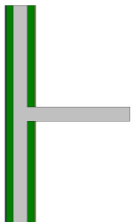

⁽¹⁾ : Coefficient de transmission surfacique et résistance thermique de toute la paroi incluant le bloc coffrant, le voile béton et les enduits.

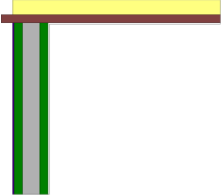
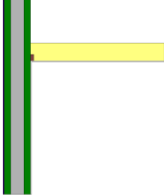

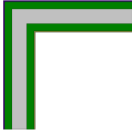
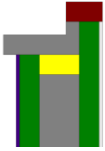
⁽²⁾ : Résistance thermique du bloc coffrant seul.

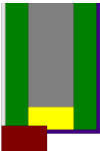

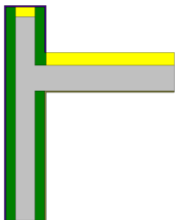
Tableau 3 : Coefficients de transmission surfacique et Résistances thermiques du procédé ISOLASUP Evolution

IV.2 Coefficients de ponts thermiques de liaison avec le procédé ISOLASUP Evolution, en W/(m.K)

Liaison / Coupe indicative	$\lambda_{\text{isolant}}=0,031 \text{ W/(m.K)}$		
	Bloc 300 mm	Bloc 375 mm	Bloc 450 mm
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui longitudinal (rive)</p> <p>Mur inférieur bloc 300mm ⁽¹⁾</p> 	0,29	0,27	0,25
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui longitudinal (rive)</p> <p>Mur inférieur bloc 375mm ⁽¹⁾</p>	-	0,25	-
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui longitudinal (rive)</p> <p>Mur inférieur bloc 450mm ⁽¹⁾</p>	-	-	0,20
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui transversal (about)</p> <p>Mur inférieur bloc 300mm ⁽¹⁾</p> 	0,25	0,24	0,22
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui transversal (about)</p> <p>Mur inférieur bloc 375mm ⁽¹⁾</p>	-	0,22	-
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE</p> <p>Appui transversal (about)</p> <p>Mur inférieur bloc 450mm ⁽¹⁾</p>	-	-	0,18

Liaison / Coupe indicative	$\lambda_{\text{isolant}}=0,031 \text{ W/(m.K)}$		
	Bloc 300 mm	Bloc 375 mm	Bloc 450 mm
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR TERRE PLEIN</p> 	0,08	0,11	0,05
<p>MUR / PLANCHER BAS SUR RDC</p> 	0,15	0,15	0,12
<p>MUR / PLANCHER INTERMEDIAIRE</p> 	0,18	0,08	0,11
<p>MUR / REFEND</p> <p>Refend en bloc 300 mm ⁽²⁾</p> 	0,13	0,07	0,09

Liaison / Coupe indicative	$\lambda_{\text{isolant}}=0,031 \text{ W/(m.K)}$		
	Bloc 300 mm	Bloc 375 mm	Bloc 450 mm
<p>MUR / CHARPENTE</p> <p>Liaison façade</p> 	0,03	0,04	0,03
<p>MUR / CHARPENTE</p> <p>Liaison pignon</p> 	0,07	0,09	0,05
<p>MUR ANGLE RENTRANT</p> 	0,06	0,04	0,04
<p>MUR ANGLE SORTANT</p> 	0,05	0,05	0,04
<p>MUR / MENUISERIE</p> <p>Liaison appui</p> 	0,07	0,09	0,05

Liaison / Coupe indicative	$\lambda_{\text{isolant}}=0,031 \text{ W/(m.K)}$		
	Bloc 300 mm	Bloc 375 mm	Bloc 450 mm
<p>MUR / MENUISERIE</p> <p>Liaison linteau</p> 	0,00	0,01	0,01
<p>MUR / MENUISERIE</p> <p>Liaison tableau</p> 	0,0	0,01	0,01
<p>MUR / PLANCHER HAUT</p> <p>Liaison avec acrotère</p> 	0,29	0,22	0,20

(1) :L'épaisseur du mur supérieur est spécifiée pour chaque colonne sur la ligne d'en-tête du tableau.

(2) : L'épaisseur des murs est spécifiée pour chaque colonne sur la ligne d'en-tête du tableau .

Tableau 4 : Coefficients de ponts thermiques de liaison avec procédé ISOLASUP Evolution, exprimé en W/(m.K)

ANNEXES

ANNEXE : CARTOGRAPHIES DE TEMPERATURE DES PROCEDES ET LIAISONS ETUDIEES

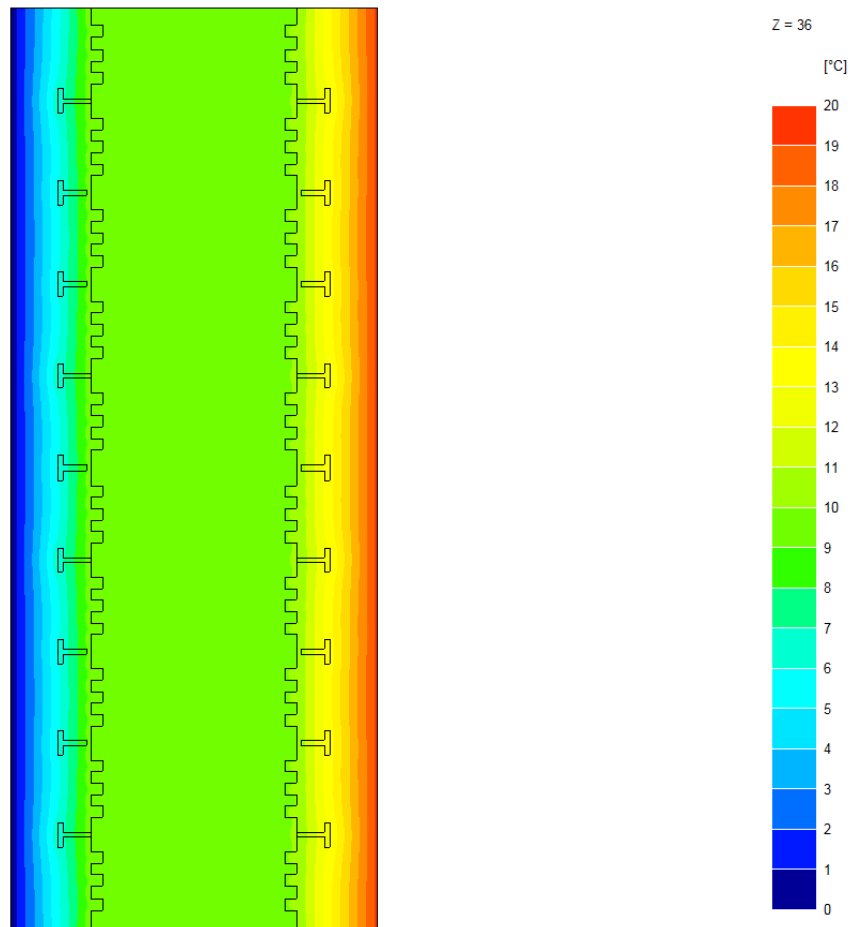


Figure 15 : Bloc ISOLASUP Evolution d'épaisseur 300 mm

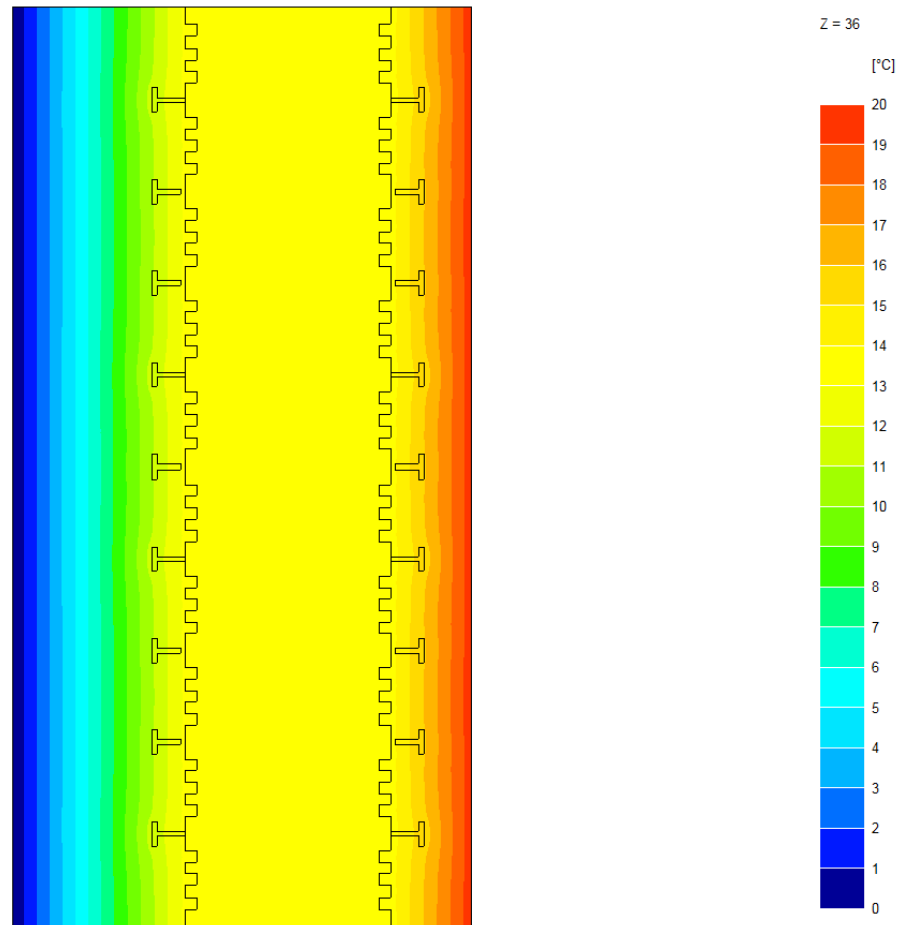


Figure 16 : Bloc ISOLASUP Evolution d'épaisseur 375 mm

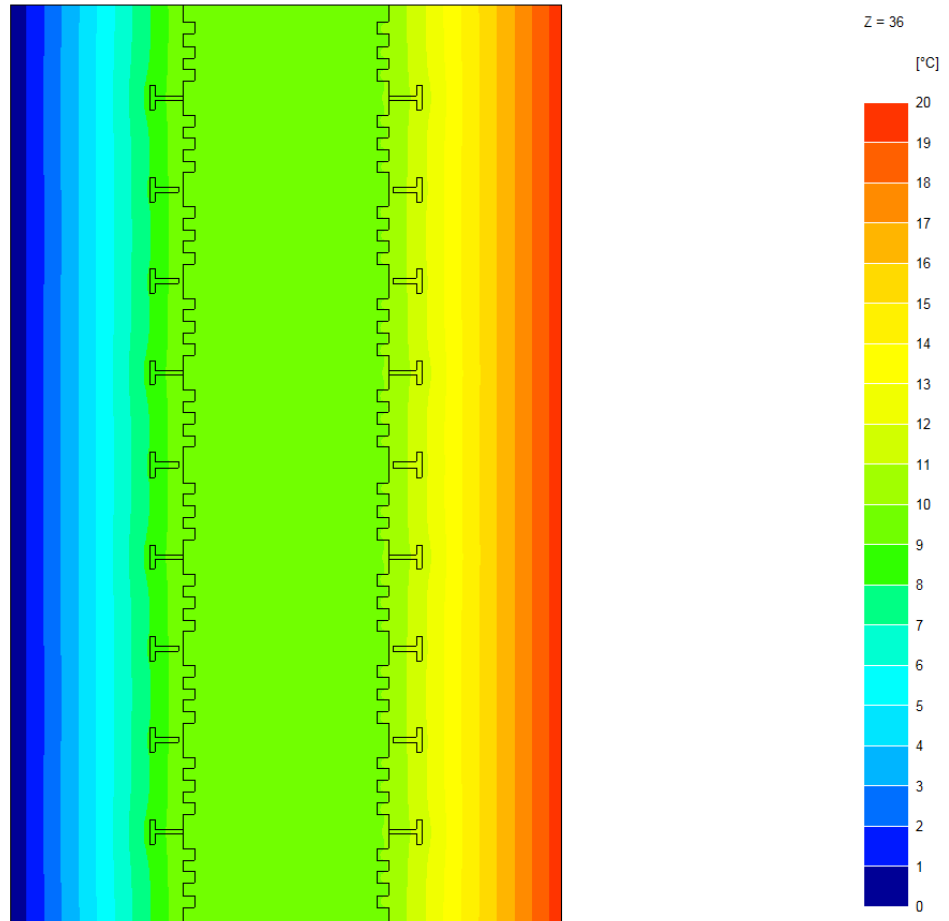


Figure 17 : Bloc ISOLASUP Evolution d'épaisseur 450 mm

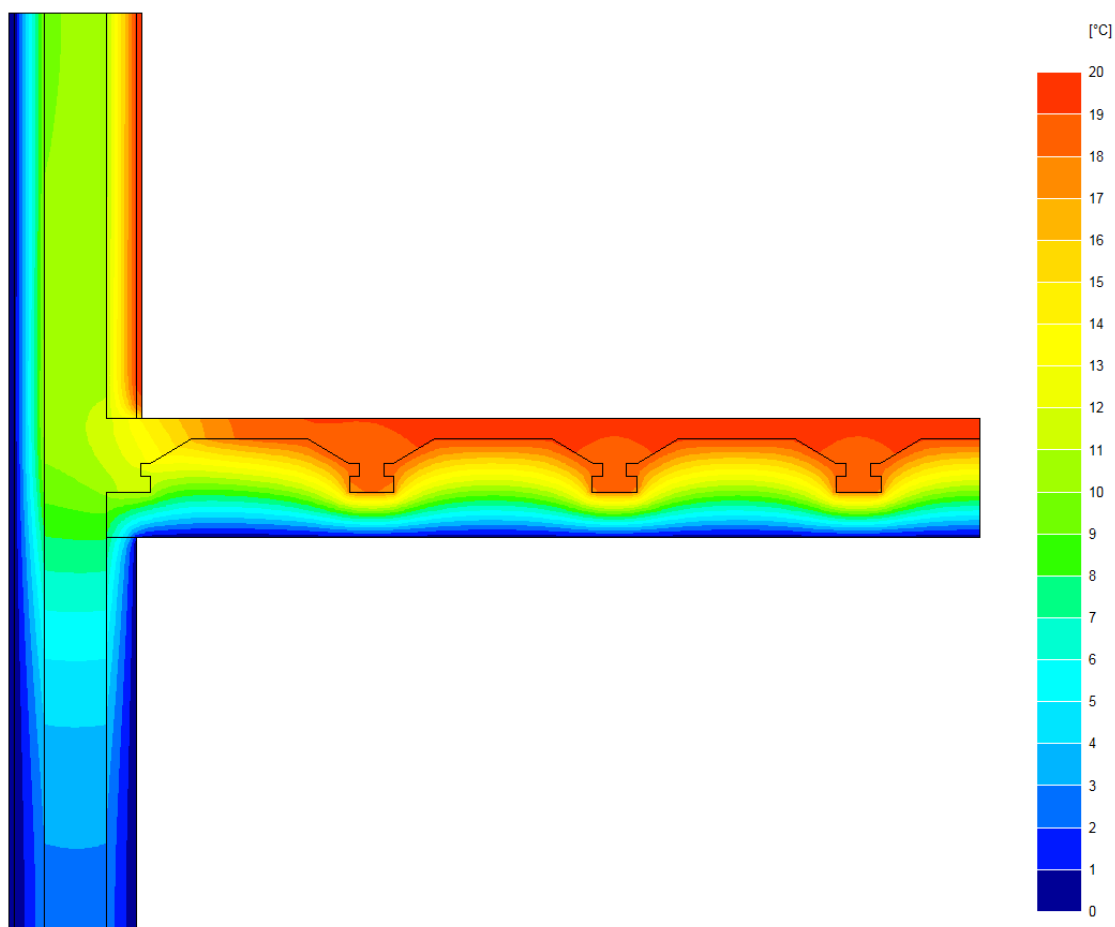


Figure 18 : Liaison MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE AVEC ENTREVOUS ISOLANT – APPUI LONGITUDINAL (RIVE)

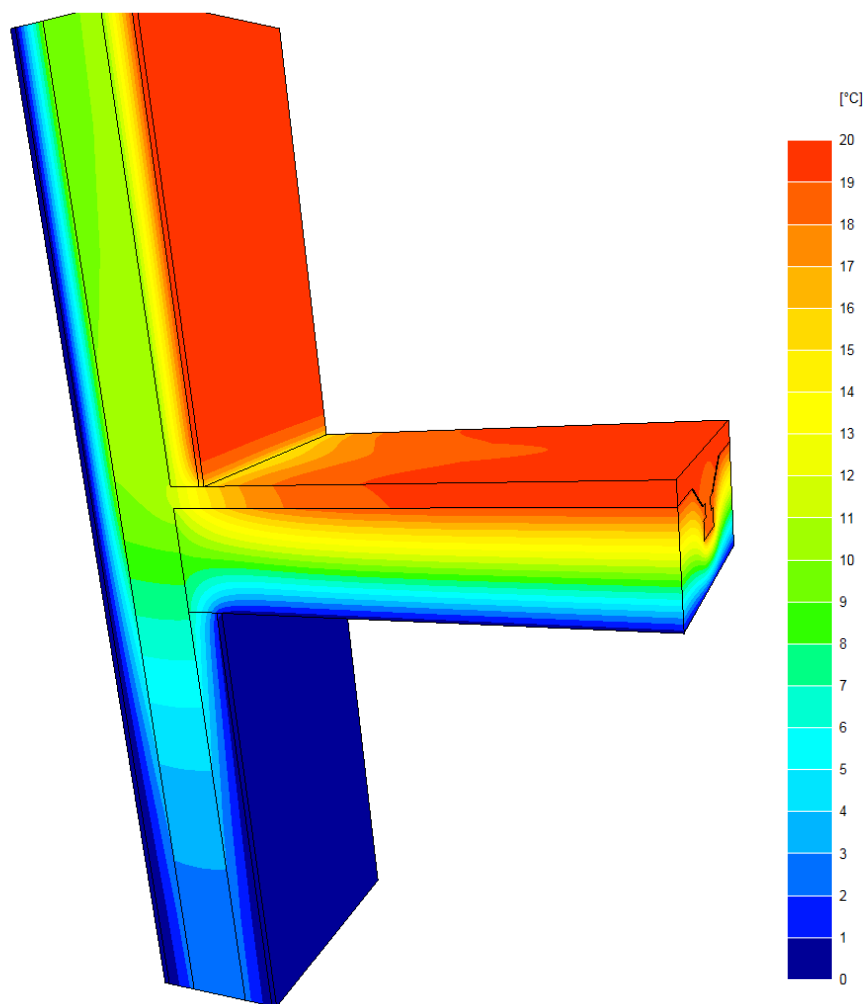


Figure 19 : Liaison MUR / PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE AVEC ENTREVOUS ISOLANT – APPUI
TRANSVERAL (ABOUT)

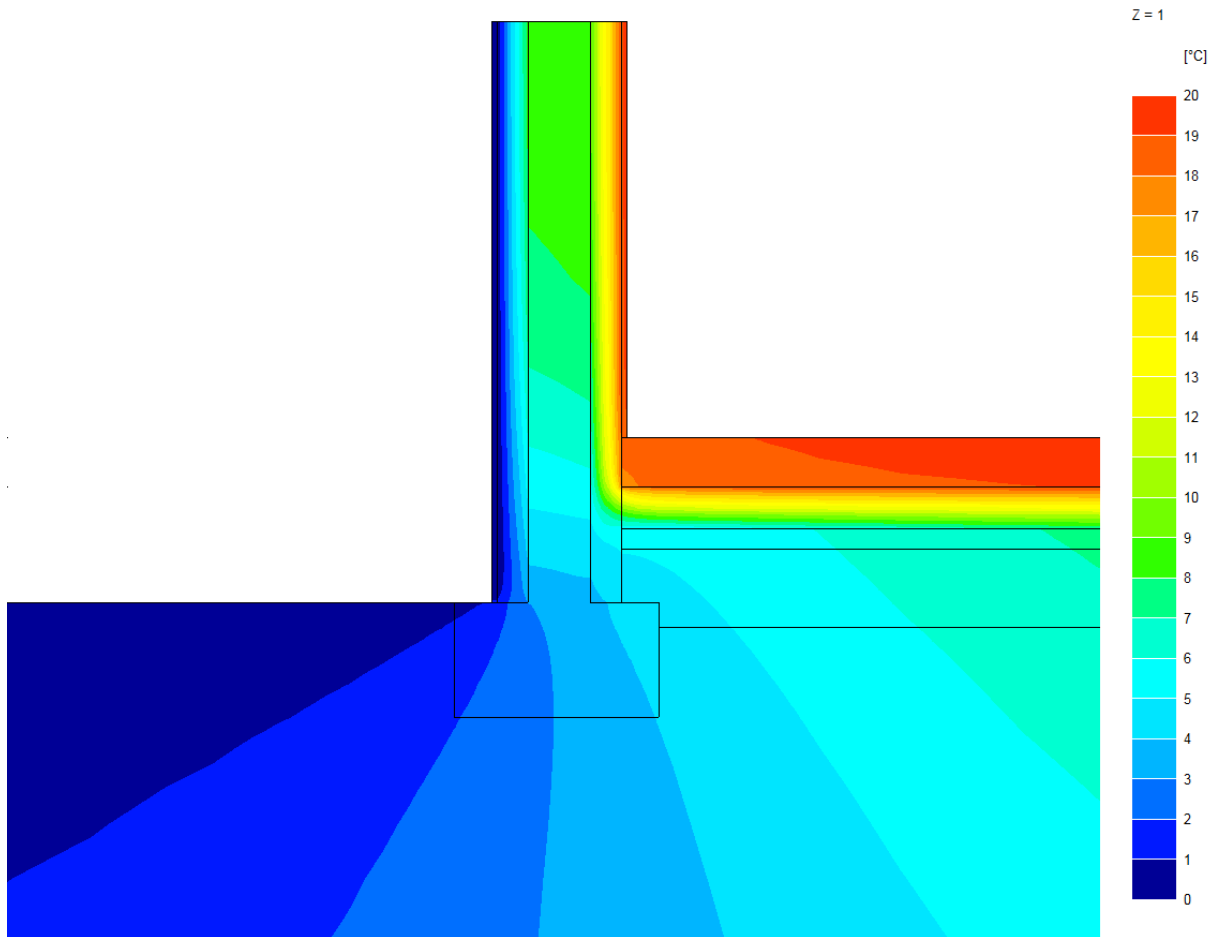


Figure 20 : Liaison MUR / PLANCHER BAS SUR TERRE PLEIN

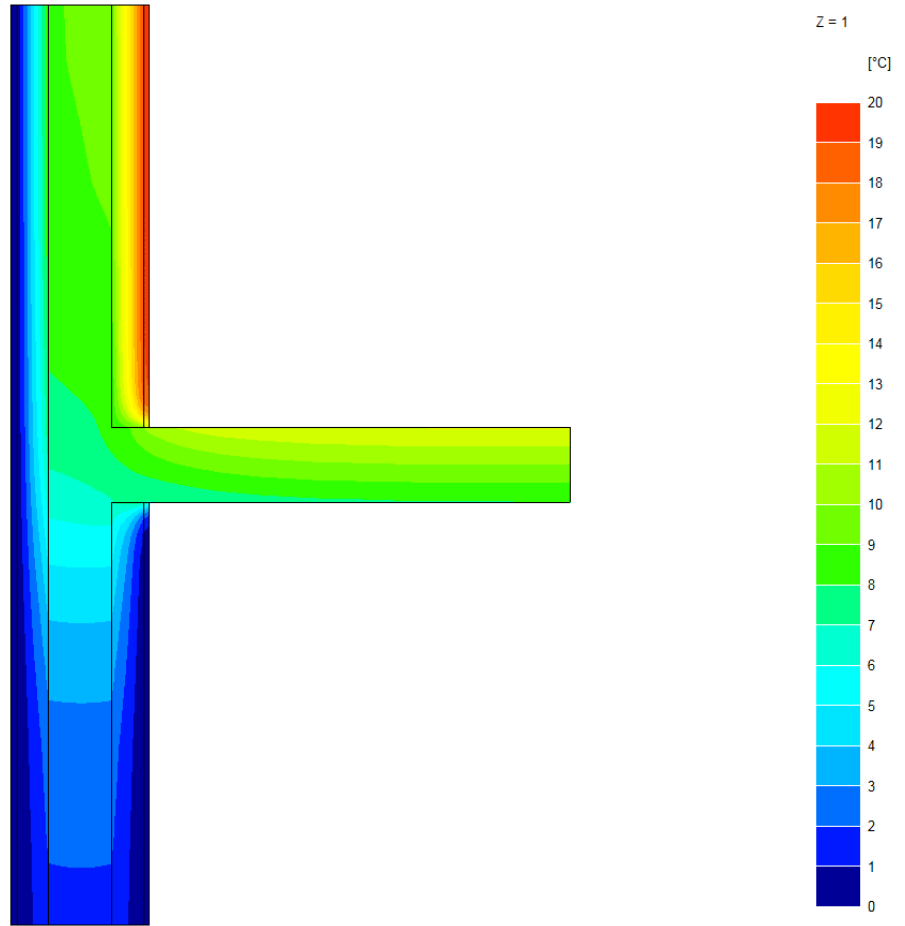


Figure 21 : Liaison MUR / PLANCHER BAS SUR RDC

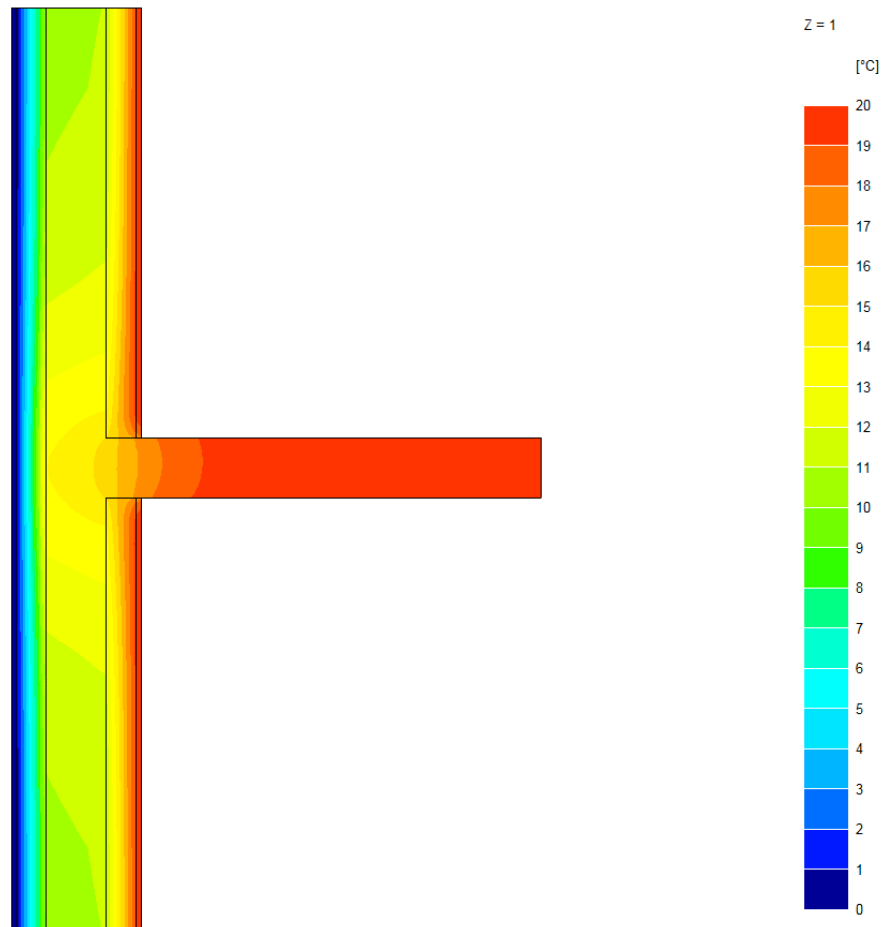


Figure 22 : Liaison MUR / PLANCHER INTERMEDIAIRE

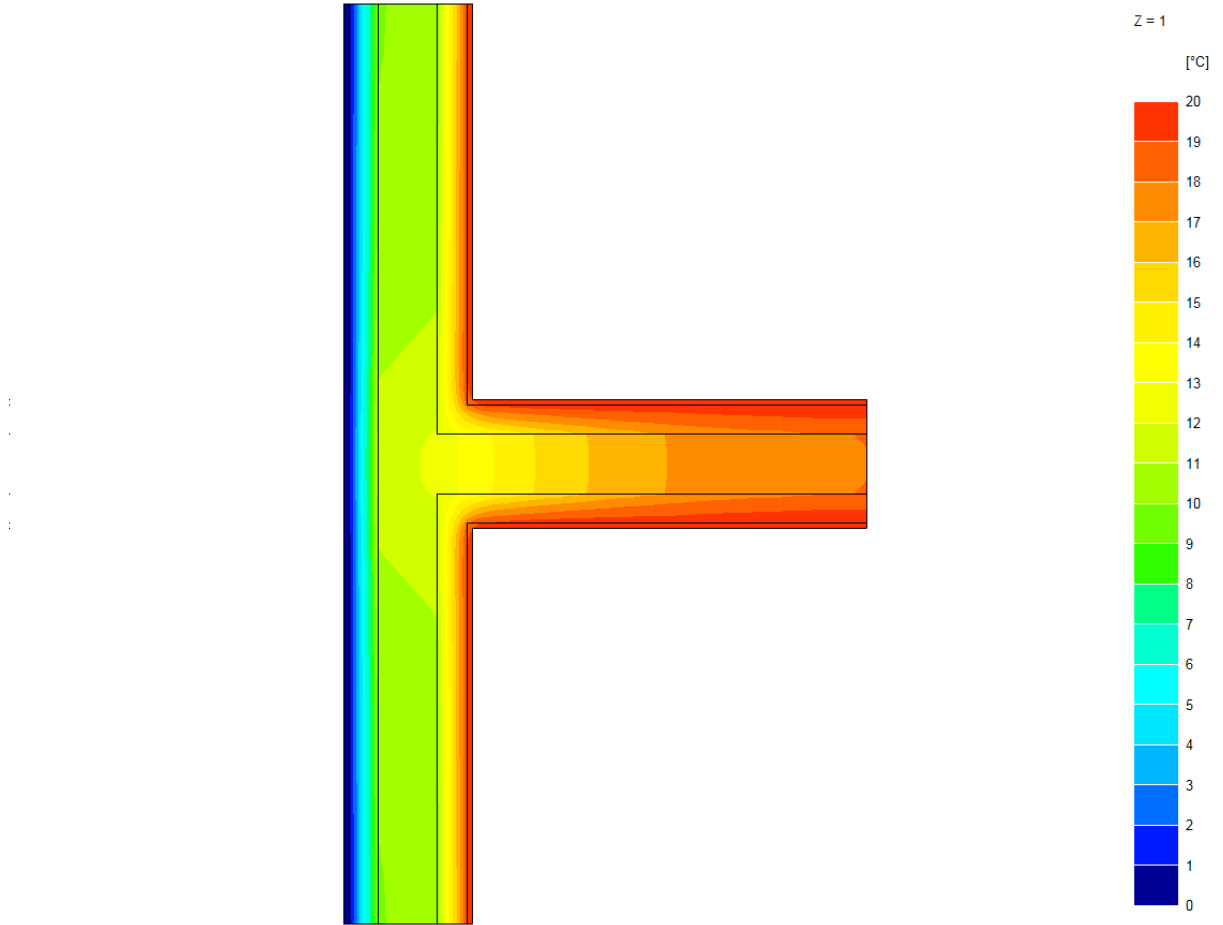


Figure 23 : Liaison MUR / REFEND

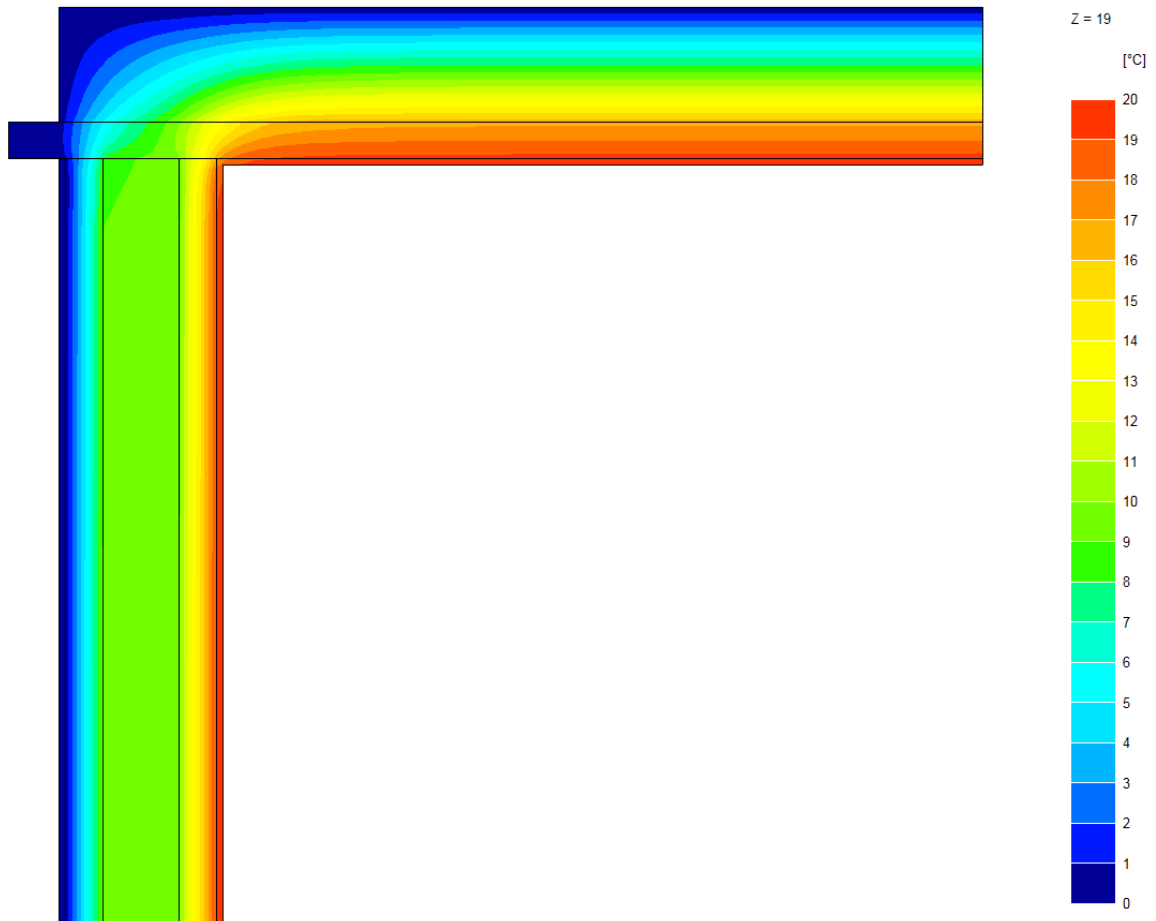


Figure 24 : Liaison MUR / CHARPENTE au niveau de la façade

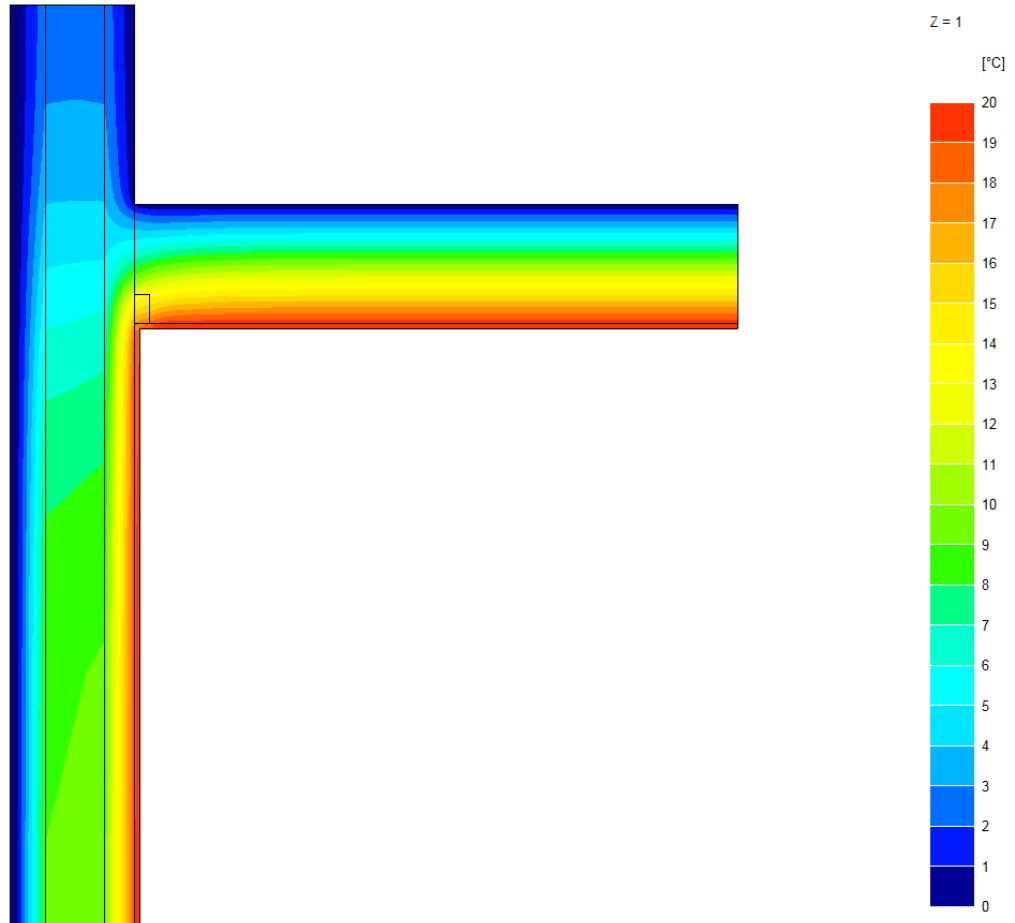


Figure 25 : Liaison MUR / CHARPENTE au niveau du pignon

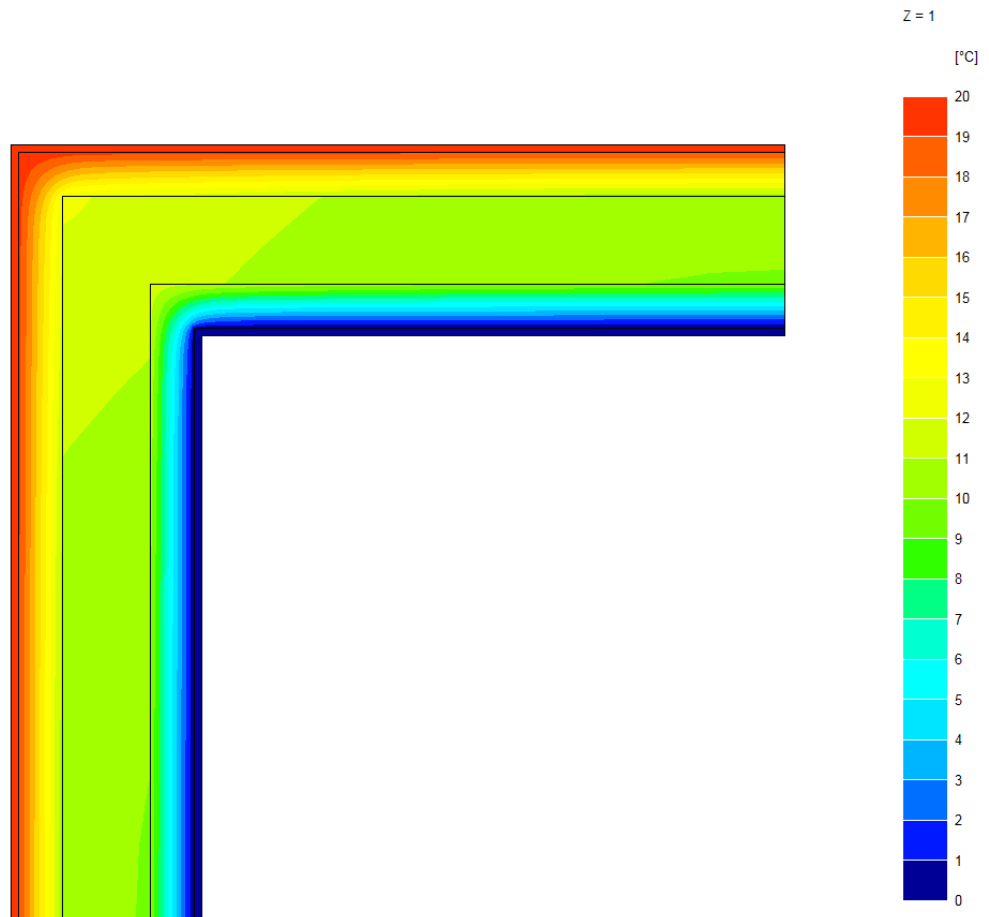


Figure 26 : Liaison au niveau d'un angle rentrant

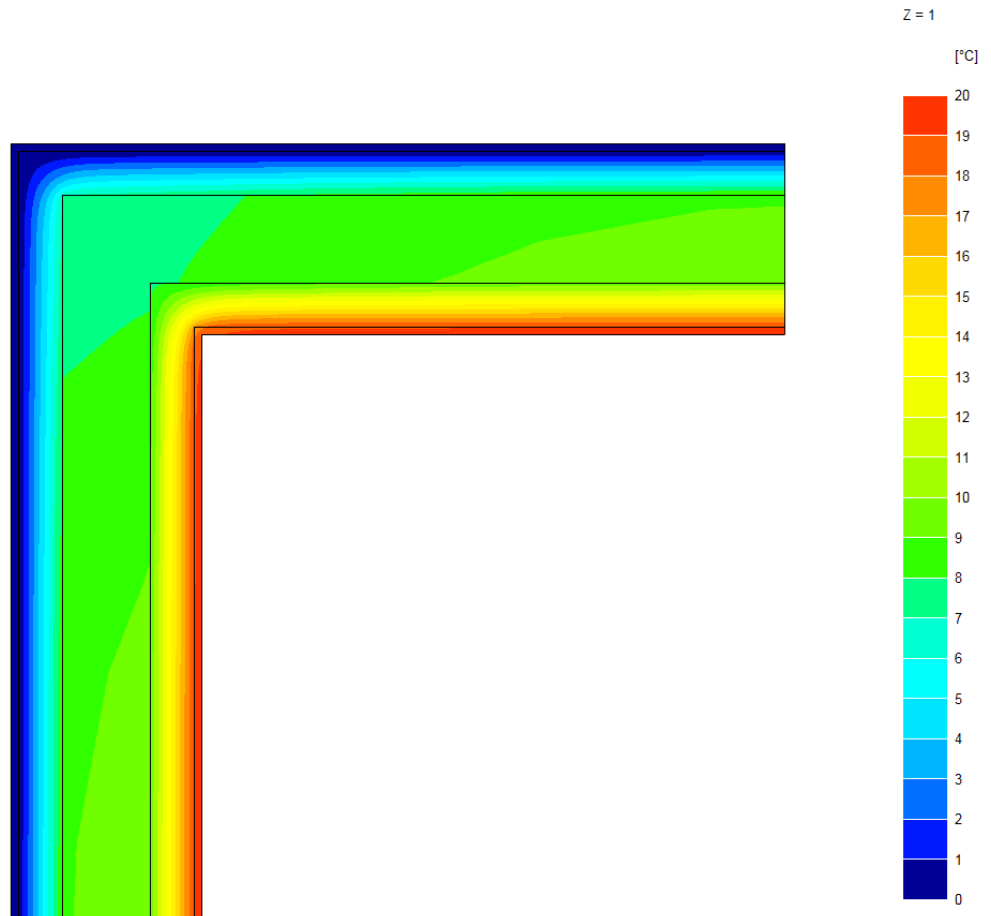


Figure 27 : Liaison au niveau d'un angle sortant

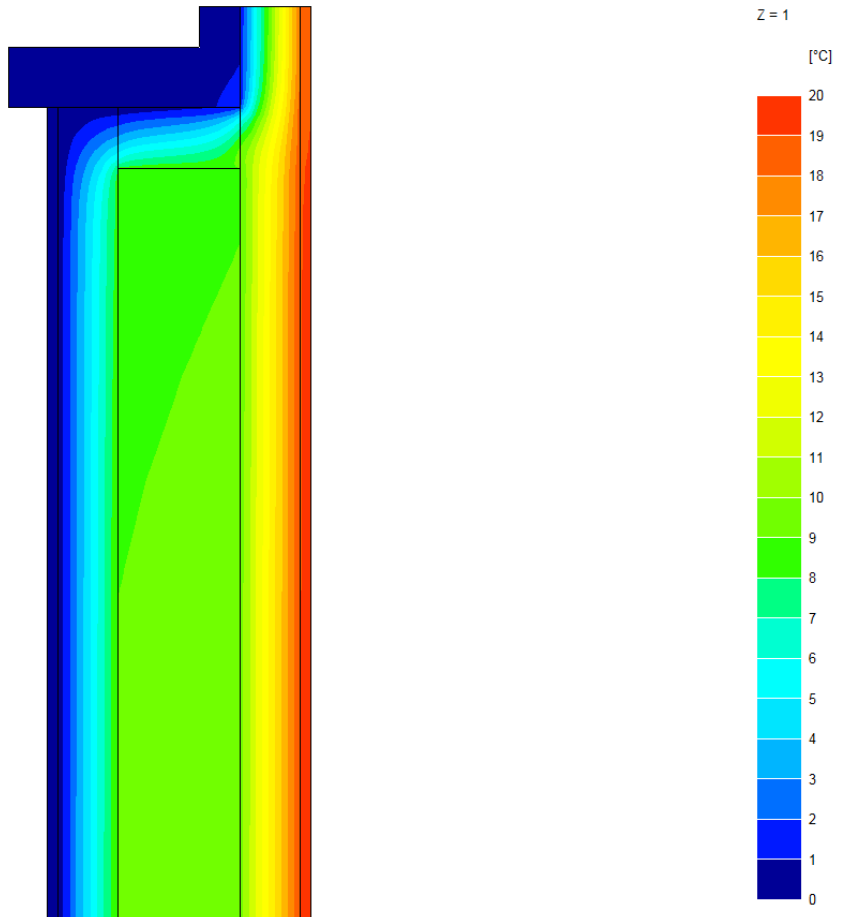


Figure 28 : Liaison MUR / MENUISERIE (Appui)

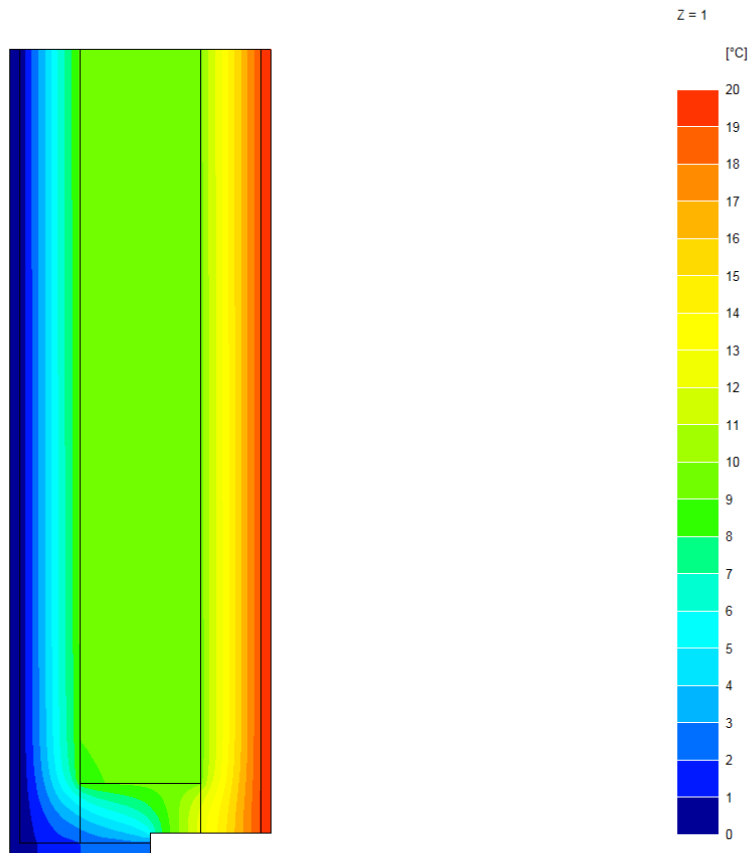


Figure 29 : Liaison MUR / MENUISERIE (Linteau)

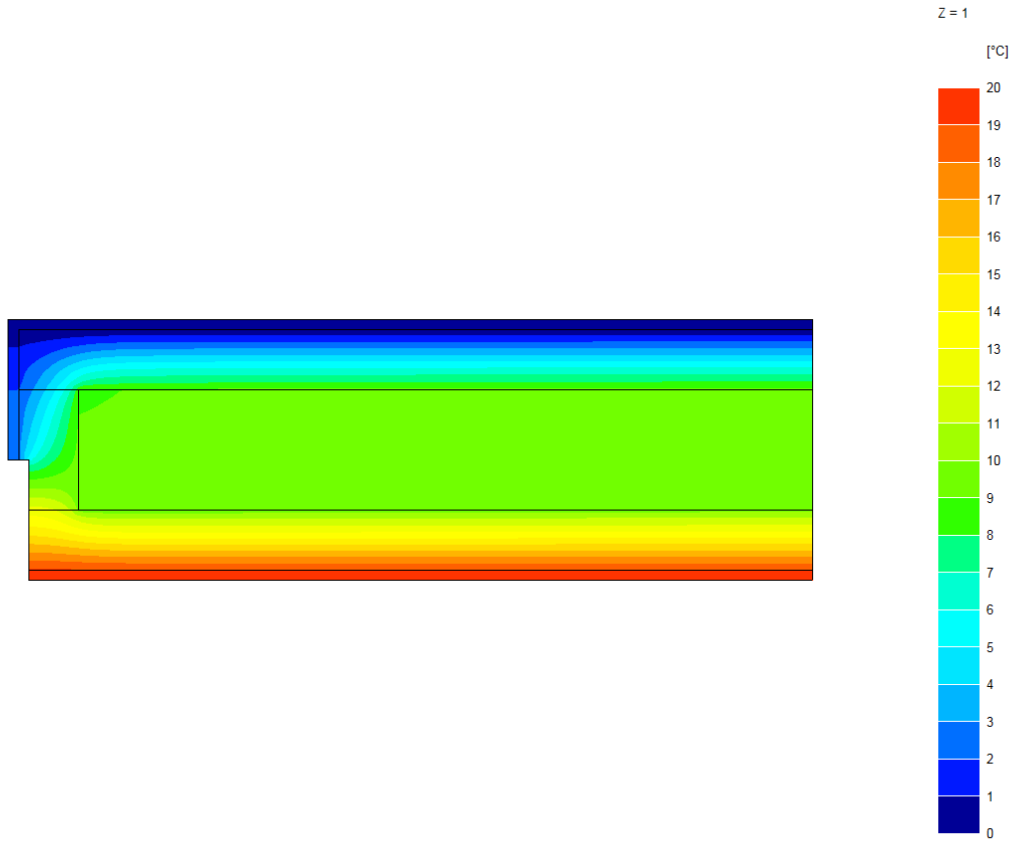


Figure 30 : Liaison MUR / MENUISERIE (Tableau)